

(11)Publication number : 2002-137070
(43)Date of publication of application : 14.05.2002

B23K 20/12
B23P 23/04
B23Q 3/155

(72)Inventor : YOSHINAGA FUMIO

X, Y, Z: 直線移動軸
B: Y軸回りの回転
C: Z軸回りの回転

[Date of request for examination]	11.09.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	17.05.2005
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3763734
[Date of registration]	27.01.2006
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2005-11239
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	16.06.2005
[Date of extinction of right]	

X, Y, Z: 直線移動軸
B: Y軸回りの回転
C: Z軸回りの回転

【特許請求の範囲】

【請求項1】 X、Y、Zのそれぞれの直線移動装置と、A、Bのそれぞれの回転軸を回転させる回転装置と、この5つの座標系を同時に制御可能な制御装置と、工具を回転させる主軸と、前記主軸のための複数の工具を保管するための保管装置と、前記主軸と前記保管装置との間で工具を交換するための交換装置と、からなり、前記保管装置は、切削工具と摩擦撚拌接合工具とを備えることが可能であり、

前記制御装置は、プログラムに基づいて、前記切削工具または前記摩擦撚拌接合工具を前記保管装置から前記交換装置を経て前記主軸に取り付け、前記主軸に取り付けた工具によって加工させること、を特徴とする複合加工装置。

【請求項2】 一つのテーブルに対して、切削工具用主軸と、摩擦撚拌接合工具用主軸とを備えていること、を特徴とする複合加工装置。

【請求項3】 一つのテーブルと、一つの桁と、

前記桁に設置されており、水平方向に移動する第1の移動装置と、

前記第1の移動装置に設置されており、垂直方向に移動する第2の移動装置と、

前記第2の移動装置に設置されており、水平な軸を中心として回転する第1の回転装置と、

前記第1の回転装置に設置されており、前記第1の回転装置の水平な軸に対して直交する方向の水平な軸を中心として回転する第2の回転装置と、

前記第2の回転装置に設置されており、工具を取り付ける主軸と、からなり、

前記第1の移動装置、前記第2の移動装置、前記第1の回転装置、前記第2の回転装置、前記主軸を2組備え、一方の前記組の前記主軸は切削工具を取り付け可能であり、他方の前記組の前記主軸は摩擦撚拌接合工具を取り付け可能であること、

を特徴とする複合加工装置。

【請求項4】 請求項3の複合加工装置において、前記テーブルは前記桁に対して水平方向に直線的に相対的に移動すること、を特徴とする複合加工装置。

【請求項5】 請求項3の複合加工装置において、前記テーブルは前記桁に対して水平方向に回転すること、を特徴とする複合加工装置。

【請求項6】 加工物を取り付けて回転させることのできる第1の回転装置と、

加工物を支持可能な心押し台と、

前記主軸の軸心に平行に移動する第1の移動装置と、

前記第1の移動装置に設置されており、前記軸心に向けて移動可能な第2の移動装置と、

前記第2の移動装置に設置されており、前記第1の回転装置に対して45度の軸を中心として回転する第2の回

転装置と、

該第2の回転装置に設置されており、摩擦撚拌接合工具を取り付ける主軸と、該主軸の軸心に対して直交して設置されており、切削工具を取り付ける台と、からなる複合加工装置。

【請求項7】 摩擦撚拌接合中の摩擦撚拌接合工具用回転軸のトルク電流値を検出する検出器と、前記検出器の検出値によって、加工物への前記摩擦撚拌接合工具の挿入量を制御する制御装置と、からなる摩擦撚拌接合装置。

【請求項8】 摩擦撚拌接合工具を回転させる主軸と、前記主軸を加工物に対して相対的に移動させる第1の移動装置と、

前記主軸を加工物の接合線に沿って相対的に移動させる第2の移動装置と、

摩擦撚拌接合工具を加工物に挿入する際の主軸のトルク電流値を検出する検出器と、

前記検出器の検出値によって加工物の座標値を修正し、この修正値に基づいて前記第1の移動装置を駆動させる制御装置と、

からなる摩擦撚拌接合装置。

【請求項9】 第1の加工物と第2の加工物とを組み合わせ、

主軸に取り付けた摩擦撚拌接合工具によって、前記第1の加工物と前記第2の加工物とを摩擦撚拌接合し、

前記主軸の工具を切削工具に交換し、

前記切削工具によって、前記第1の加工物または前記第2の加工物の所望の部分を切削すること、

を特徴とする加工方法。

【請求項10】 請求項9の加工方法において、前記切削する部分は前記第1の加工物と前記第2の加工物の外周部であること、を特徴とする加工方法。

【請求項11】 請求項9の加工方法において、前記切削する部分は前記摩擦撚拌接合した部分であること、を特徴とする加工方法。

【請求項12】 請求項9の摩擦撚拌接合法において、摩擦撚拌接合すべき位置とは異なる前記第1の部材または前記第2の部材の位置において、摩擦撚拌接合工具を抜いて前記摩擦撚拌接合を終了し、

次に、前記摩擦撚拌接合工具を抜くことによって生じた孔を前記切削工具によって切削すること、

を特徴とする摩擦撚拌接合法。

【請求項13】 第1の加工物と第2の加工物とを組み合わせ、

第1の主軸に取り付けた摩擦撚拌接合工具によって、前記第1の加工物と前記第2の加工物とを摩擦撚拌接合し、

第2の主軸に取り付けた切削工具によって、前記摩擦撚拌接合した部分を切削すること、

を特徴とする加工方法。

【請求項14】 請求項13の加工方法において、前記切削する部分は前記第1の加工物と前記第2の加工物の外周部であること、を特徴とする加工方法。

【請求項15】 請求項13の加工方法において、前記切削する部分は前記摩擦撚拌接合した部分であること、を特徴とする加工方法。

【請求項16】 請求項13の摩擦撚拌接合法において、摩擦撚拌接合すべき位置とは異なる前記第1の部材または前記第2の部材の位置において、摩擦撚拌接合工具を抜いて前記摩擦撚拌接合を終了し、次に、前記摩擦撚拌接合工具を抜くことによって生じた孔を前記切削工具によって切削すること、を特徴とする摩擦撚拌接合法。

【請求項17】 第1の加工物を主軸に取り付けた切削工具によって切削を行い、前記第1の加工物に第2の加工物を組み合わせると共に、前記主軸の切削工具を摩擦撚拌接合工具に交換し、前記摩擦撚拌接合工具によって、前記第1の加工物と前記第2の加工物とを摩擦撚拌接合すること、を特徴とする加工方法。

【請求項18】 第1の回転台に取り付けた第1の加工物に第2の加工物を組み合わせ、前記回転台および主軸に取り付けた摩擦撚拌接合工具を回転させながら前記第1の加工物と前記第2の加工物とを摩擦撚拌接合し、前記主軸を設置した第2の回転台を90度回転させ、前記第1の回転台を回転させながら前記第2の回転台に設置した切削工具によって前記摩擦撚拌接合した部分を切削すること、を特徴とする加工方法。

【請求項19】 第1の加工物を主軸に取り付けた切削工具によって切削を行い、前記第1の加工物に第2の加工物を組み合わせ、第2の主軸に取り付けた摩擦撚拌接合工具によって、前記第1の加工物と前記第2の加工物とを摩擦撚拌接合すること、を特徴とする加工方法。

【請求項20】 主軸に取り付けた摩擦撚拌接合工具の先端の位置をセンサによって求め、前記位置に前記工具の小径部の長さを加算または減算した位置を基準位置とし、該基準位置を加工物に挿入して摩擦撚拌接合すること、を特徴とする摩擦撚拌接合法。

【請求項21】 摩擦撚拌接合中の摩擦撚拌接合工具用回転軸のトルク電流値を検出し、前記検出値によって、加工物への前記摩擦撚拌接合工具の挿入量を制御すること、を特徴とする摩擦撚拌接合法。

【請求項22】 摩擦撚拌接合工具を加工物に挿入する際の回転軸のトルク電流値を検出し、

該検出値によって前記加工物の座標値を修正し、この修正値に基づいて前記加工物に対する前記摩擦撚拌接合工具の相対的な移動量を制御すること、を特徴とする摩擦撚拌接合法。

【請求項23】 摩擦撚拌接合工具を加工物に挿入する際、該工具に通電されている電流が前記加工物に接触することによって通電された電流を検出し、該検出値によって前記加工物の座標値を修正し、この修正値に基づいて前記加工物に対する前記摩擦撚拌接合工具の相対的な移動量を制御すること、を特徴とする摩擦撚拌接合法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属材料の切削および摩擦撚拌接合を行う装置およびその方法に関する。例えば、機械部品や構造物部品等の加工組み立てに好適である。

【0002】

【従来の技術】機械部品や構造物部品等の加工組み立ては、切削加工は切削工作機械、接合組み立ては各種の溶接接合装置により、別々の加工装置で加工している。

【0003】切削工作機械による複合加工は、複合旋盤における旋削と回転工具加工、マシニングセンタにおける回転工具加工とバイト加工、のように切削加工の中での複合加工がほとんどである。切削加工以外との組み合わせとしては回転工具加工とレーザ焼き入れの組み合わせがある。

【0004】接合法として、摩擦撚拌接合法（特開平11-90655号公報（USP6050474））がある。これは接合部に挿入した丸棒（回転工具という。）を回転させながら接合線に沿って移動させ、接合部を発熱、軟化させ、塑性流動させ、固相接合する方法である。回転工具は、接合部に挿入する小径部（ピンという。）と、外部に位置する大径部（ショルダという。）とからなる。小径部と大径部は同軸である。大径部側を回転させる。接合部には凸部を設けている。

【0005】また、特表平9-508073号公報（EP0752926B1）のように、回転工具は傾斜して部材に挿入されている。傾斜方向は、回転工具の移動方向において回転工具の小径部が回転工具の大径部よりも前方に位置するように傾斜している。つまり、回転工具は後方に傾斜している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、従来は切削と接合を1台の加工機械で行う目的で設計製作された加工機械は存在していない。

【0007】このため、切削加工と接合加工を行うには切削工作機械と接合加工装置の二種類の加工設備が必要である。このため、設備コストや据付場所、建屋が大きい、切削から接合までの待ち時間のためリードタイムが

長い、切削と接合のオペレータが必要、などの問題点があった。

【0008】本発明は、切削と接合を一台の機械で行うことができる複合加工装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、X、Y、Zのそれぞれの直線移動装置と、A、Bのそれぞれの回転軸を回転させる回転装置と、この5つの座標系を同時に制御可能な制御装置と、工具を回転させる主軸と、前記主軸のための複数の工具を保管するための保管装置と、前記主軸と前記保管装置との間で工具を交換するための交換装置と、からなり、前記保管装置は、切削工具と摩擦攪拌接合工具とを備えることが可能であり、前記制御装置は、プログラムに基づいて、前記切削工具または前記摩擦攪拌接合工具を前記保管装置から前記交換装置を経て前記主軸に取り付け、前記主軸に取り付けた工具によって加工させること、によって達成できる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例としてマシニングセンタタイプの複合加工装置を、図1～図6によって説明する。装置は、X軸方向に移動するテーブル（移動台）11と、その上方の桁21に設置され、Y軸方向に移動する移動台31と、移動台31に設置され、Z軸方向に移動する移動台32と、移動台32に設置され、C軸方向に回転する回転台33と、回転台33に設置され、B軸方向に回転する回転台34と、回転台34に設置され、取り付けした工具を回転させる主軸35とからなる。回転台34は主軸35を回転させる電動機を有する。

【0011】主軸35は切削工具51、摩擦攪拌接合工具52を択一的に取り付けるものである。主軸35は工具51、52に適した回転数で回転できる。工具保管装置40は、図示していないが、切削工具51、摩擦攪拌接合工具52をそれぞれ複数保管できる。主軸35と工具保管装置40との間で工具交換装置（図示せず）を介して、工具を交換して所望の工具51、52を主軸35に取り付けることができる。なお、工具のみでなく、工具の軸受け等を含めたいわゆる加工ヘッドを含めて交換するようにすることもできる。X、Y、Z方向の各移動台11、31、32の駆動手段、回転台33、34の駆動手段、工具交換装置は公知のとおりである。

【0012】このように構成した直線移動軸3軸と、軸回りの回転2軸の5軸を同時に制御することにより、特に立体形状の切削加工と摩擦攪拌接合に好適な複合加工装置が得られる。

【0013】テーブル11の上に、加工物101が取り付けられる。加工物101は、曲面状のパネル部品である。

【0014】図2において、切削加工を説明する。5軸

切削加工では、主軸35（工具51、52の回転軸）を加工物101の曲面に直角に作用させて移動させることができる。このため、従来の2軸又は3軸のように工具姿勢を傾斜できない加工に比べて工具突き出し長さが短くなり、工具系剛性の大きい状態で加工ができる。このため、びびりや振動の発生が少なく、切削スピードを高くした高能率の切削ができる。

【0015】また、5軸切削加工では、主軸35の姿勢を自由に設定できるので、切削工具51の軸Aを加工物の接合部の法線Rよりも後傾角 θ だけ傾斜、すなわち曲面に対して後傾させて加工することができる。フラット工具において、切れ刃を部分的に作用させて加工できる。このため、全面を当てた加工よりも切削抵抗が小さくなり、びびりや振動の発生が少なく、切削スピードを高くした高能率の加工ができる。

【0016】図3と図4において、摩擦攪拌接合を説明する。加工物101、102の突き合わせ部を接合する。加工物101、102の端部の突き合わせ部には上方に突出する凸部101b、102bがある。この加工物102、102は前記切削によって製作している。図3には凸部101b、102bを示していない。図4には凸部101b、102bを示している。加工物101、102は曲面を有するパネルである。摩擦攪拌接合工具52は大径部52bとその先端の小径部52cとからなる。小径部52cを接合すべき部分に挿入している。大径部52bの最下端は加工物の凸部101b、102bではない部分の上面の延長線と凸部101b、102bの頂部との間にある。2つの凸部101b、102bの幅は大径部52bの径よりも大きい。工具52の軸Aは、工具52の移動方向において、小径部52cの軸心よりも大径部52cの軸心が後ろ側に位置するように傾斜している。工具52を回転させながら、突き合わせ部（接合線）に沿って移動させることにより、摩擦攪拌接合ができる。

【0017】加工物101、102はテーブル11の上に支え台（図示せず）を介して載せられている。加工物101、102は支え台を介してテーブル11に強固に固定されている。特に、接合すべき突き合わせ部の下方には支え台がある。これは摩擦攪拌接合時の大きな荷重を支えるものである。

【0018】2つの加工物101、102の突き合わせ部に隙間があっても、大径部52bによって押された凸部101b、102bの金属が前記隙間を埋める原資となるので、良好な接合ができる。

【0019】凸部101b、102bが無い場合は、加工物101、102の面に大径部52bを若干挿入して摩擦攪拌接合を行うので、接合部に凹部ができる。

【0020】曲面に沿ってかつ移動方向に対して傾斜させて移動させるには、また所望の位置で移動させるには、運動座標系5軸の同時制御が有効である。

【0021】加工物101、102には製作誤差があるので、NC（数値制御）プログラム通りに工具を移動させるだけでは、工具の挿入位置を正確に保つことはきわめて困難である。

【0022】図5は、摩擦攪拌接合工具52を加工物に挿入したときの、工具52を回転させる電動機のトルク電流と工具52の挿入深さの関係の模式図である。挿入深さは加工物101、102の表面から小径部52cの先端までの距離である。工具52の挿入深さの増加とともにトルク電流が緩やかに増加し I_s に到る。工具52の大径部52bの端部が加工物に挿入され出すと、トルク電流 I は急激に増加し、 I_α に到る。その後の増加は大径部52bの径が一定であるので緩やかである。

【0023】そこで、トルク電流値が I_α 以上の所定の電流値になるように、工具52の挿入深さを制御する。これにより、加工物が曲面であったり、製作誤差があったりしても、所定の挿入深さを維持でき、良好な摩擦攪拌接合ができる。

【0024】工具52のトルク電流 I は、主軸35の電動機の電流値を検出して求める。主軸35は、ACサーボ電動機又はDCサーボ電動機を使用して主軸35を回転させるので、トルク電流を正確に検出することができる。このトルク電流を判定値として、移動台32を上下させることにより、常に最適な挿入深さを保つことができる。また、トルク電流を監視することにより、工具損傷を検知することもできる。

【0025】また、トルク電流値 I 、特に I_α 以上の所定値の検出によって、その時の移動台32の下降位置を検出する。これによって加工物101、102の位置を検出できる。予め与えられている加工物101、102の座標値または工具52を移動させるNC（数値制御）データとの差を修正する。これによれば加工物101、102への工具52の正確な挿入深さを得ることができる。

【0026】加工物101、102の位置は次によっても検出できる。11、21、31、32、33、34、35、工具52、加工物101、102を経由する通電回路を構成しておく。その途中に高周波電源とその検出器を配置する。摩擦攪拌接合の開始によって、移動台32を下降させ、工具52の小径部52cの先端を加工物101、102に接触させる。これによって高周波電流の回路が構成され、これを検出器で検出する。検出した際の工具52の位置を求める。そして、予め与えられている加工物101、102の座標値または工具52を移動させるNC（数値制御）データとの差を修正する。これによれば正確な挿入深さを得ることができる。そして、その後はトルク電流 I の検出によって工具52の挿入深さを所定に管理できるものである。

【0027】次に、図6によって加工物の製作工程を説明する。テーブル11に加工物101を載せ、主として

その上面を工具51によって切削する。この時、凸部101bを残して切削する。次に、加工物101を搬出し、加工物102を載せる。同様に、加工物102を切削する。加工物101、102はアルミニウム合金製の板である。この板は曲面を有する。切削はドライ切削、ドライクリーニングである。加工物102をテーブル11に固定する際に、次の摩擦攪拌接合を考慮して、支え台を介して加工物102を固定する（ステップS10）。

【0028】次に、テーブル11の上に支え台（図示せず）を介して加工物101を載せ、加工物102と突き合わせ、テーブル11に固定する。また、工具交換装置によって工具保管装置40と主軸35との間において工具を交換し、主軸35に摩擦攪拌工具52を取り付ける（ステップS20）。

【0029】次に、主軸35を回転させて、前記突き合わせ部を摩擦攪拌接合する（ステップS30）。

【0030】工具52を回転させながら下降させ、所定位置まで挿入し、摩擦攪拌接合を開始する。加工物101、102の高さ位置は、前記のように、高周波電流で検出してもよいし、トルク電流値 I で検出してもよい。この高さ位置の検出によって加工物101、102等の座標の修正を行う。

【0031】次に、予め設定されているNCデータによって、工具52を突き合わせ部（接合線）に沿って移動させる。工具52を接合線に沿って移動させる際の、工具52の挿入深さの制御はトルク電流値 I で行う。

【0032】工具52を接合線に沿って移動させる制御は予め与えられている座標（NCデータ）によって行ってもよいが、接合線の位置を検出する検出器のデータによって行うことができる。検出器は光学センサで、回転台34に設置している。検出器は突き合わせ部の隙間や凸部101b、102bの端部のエッジを検出して、突き合わせ部の位置を求める。求めた位置に工具52を誘導する。また、求めたデータで前記座標を補正し、誘導することができる。また、光学センサで凸部101b、102bの高さを求め、挿入深さを制御できる。

【0033】次に、摩擦攪拌接合が終了したら、主軸35の工具を切削工具51に交換する。（ステップS40）

【0034】次に、切削加工を行う（ステップS50）。切削として、突き合わせ部の凸部101b、102bを切削する。これによって突き合わせ部を他の部分の曲面と実質的に同一面にする。これは加工物101、102の上面を製品の外面に用いる場合に有効である。もちろん、凸部および前記他の部分の曲面を含めて切削してもよい。

【0035】また、一体になった加工物101、102の外周部等を所定の形状に切削する。また、前記他の部分の曲面に、孔、ネジ、凹みを切削工具51によって設

ける。これは、加工物101、102を突き合わせた際に隙間があるので、摩擦撚拌接合後の方が高精度に加工できるためである。

【0036】また、摩擦撚拌接合の終了によって、工具52を加工物101、102から抜くと、その部分に孔が生じる。この孔を大きな径の孔に切削したり、この孔にネジ加工をしたりする。こネジ加工のためには、工具52を抜く位置は、摩擦撚拌接合の接合位置ではない位置がよい。

【0037】切削した後、摩擦撚拌接合すると、切削のための油や切削後の清掃用の油によって、摩擦撚拌接合に悪影響を与える。また、切り子で2つの部材の組み合わせ精度が悪くなることがある。しかし、摩擦撚拌接合した後、切削すれば、この問題を除くことができる。摩擦撚拌接合の前に2つの部材の切削が行われるが、この切削油の除去は他の機械で十分に行うことができる。

【0038】なお、ステップS10において、加工物101、102の突き合わせ部が摩擦接合に適するように突き合わせ可能ならば、加工物101、102を突き合わせてテーブル11に載せた状態で、前記切削を行うことができる。この時は、突き合わせ部の下方には支え台を配置しておく。

【0039】また、1組の加工物を第1の回転工具を用いて摩擦撚拌接合し、次に主軸と工具保管装置との間で回転工具を交換し、次に前記1組の加工物の第2の接合部を第2の回転工具で摩擦撚拌接合することができる。

【0040】図7の実施例を説明する。これは、一つのテーブル11に対して2つの加工装置30、30Bを設けたものである。2つの加工装置30、30Bは1つの桁21に設置している。2つの加工装置30、30Bの構成、機能は前記のとおりで、実質的に両者同一である。一方の加工装置30の主軸には切削工具51を設置している。他方の加工装置30Bの主軸には摩擦撚拌接合工具52を設置している。桁21の両端はテーブル11の端部よりも突出していて、一方の加工装置が加工作業をしているとき、他方の加工装置が突出した桁に退避できる。

【0041】これによれば工具の交換が不要になる。また、摩擦撚拌接合の際は大きな挿入力が必要であるので、主軸の軸受等は高強度が必要である。摩擦撚拌接合には一般に切削に比べて主軸の回転数は低くてよい。このため、切削用加工装置30、摩擦撚拌接合用加工装置30Bをそれぞれ作れば、摩擦撚拌接合装置を比較的安価に構成できるものである。

【0042】図8の実施例を説明する。水平(X軸)方向に移動するコラム61、コラム61に設置され、垂直(Y軸)方向に移動する移動台63、移動台63に設置され、取り付けた工具を回転させる主軸65、主軸65の回転軸に沿った水平(Z軸)方向に移動する移動台71、移動台71に設置され、B軸回転する回転台73、

回転台73に設置され、A軸回転するテーブル74と、から構成される。主軸65と工具保管装置68との間で、工具交換装置(図示せず)を介して切削工具51と摩擦撚拌接合工具52を交換することができる。直線移動軸3軸と、軸回りの回転2軸の5軸を同時に制御することができる。

【0043】主軸65は水平で角度は変更できない。テーブル74を主軸65に対して傾斜させて、前記後傾角 θ を設定する。

【0044】図9の実施例を説明する。回転台81に加工物111がチャッキングされている。加工物111の先端に加工物が112の端部が挿入されている。両者は勘合されている。加工物112の先端は心押し台83で支持されている。加工物111と加工物112の突き合わせ部を摩擦撚拌接合する。両者の端部には凸部111b、112bがある。回転台81の軸心に沿って移動すると共に、上下方向に移動する移動台91がある。移動台91には45度の角度で回転する回転台92がある。回転台92には工具52を回転させる主軸95がある。回転台92には切削工具53を設置するホルダー96がある。ホルダー96の回転は不要である。切削工具53はバイトである。

【0045】円筒状の加工物111の端部に加工物112の端部を挿入し、両者を突き合わせる。突き合わせ部はアーク溶接で仮止めの溶接をしていてもよい。これを回転台81に取り付け、加工物112を心押し台83で支持する。回転台81および主軸95を回転させ、突き合わせ部を摩擦撚拌接合する。次に、回転台92を回転させて、バイト53を摩擦撚拌接合部に対向させる。そして、回転台81を回転させて、接合部の凸部を切削する。摩擦撚拌接合の方向は筒の円周他いずれの方向でもよい。ホルダー96の工具による切削は円周方向となる。

【0046】テーブルや回転台に設置した加工物に接合する加工物を設置はロボットで行うことができる。

【0047】本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲の各請求事項に記載の文言あるいは課題を解決するための手段の項に記載の文言に限定されず、当業者がそれから容易に置き換えられる範囲にも及ぶものである。例えば、複合加工装置の外観やサイズ、工具のサイズなどの違いは本発明の範囲に含まれる。

【0048】

【発明の効果】本発明によれば、切削加工と接合加工を1台でできるので、設備コストや据付場所、建屋面積、リードタイム、および加工コストを削減できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の加工装置の斜視図。

【図2】複合加工装置による切削加工時の斜視図。

【図3】複合加工装置による摩擦撚拌接合時の斜視図。

【図4】摩擦攪拌接合時の縦断面図。

【図5】摩擦攪拌接合工具の挿入とトルク電流の関係を
示す図。

【図6】本発明の一実施例の加工工程示すフローチャート。

【図 7】本発明の他の実施例の加工装置の斜視図。

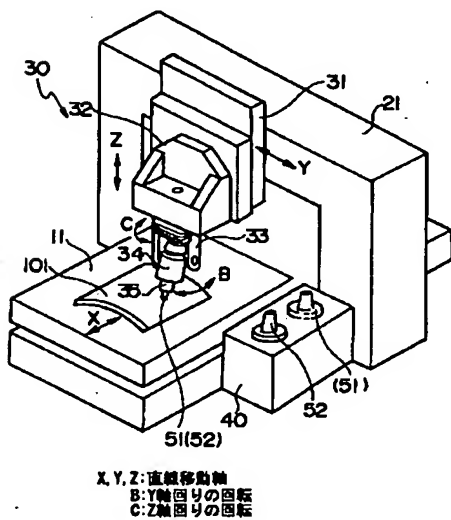
【図8】本発明の他の実施例の加工装置の斜視図。

【図9】本発明の他の実施例の加工装置の斜視図。

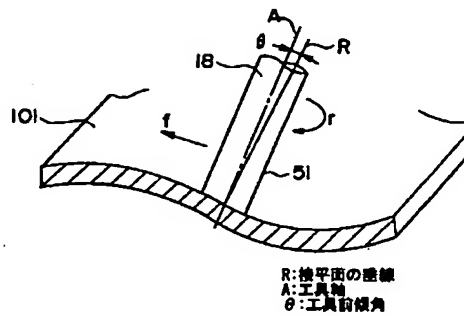
【符号の説明】

11: テーブル、21: 析、30、30B: 加工装置、31、62、63、71、91: 移動台、32、33、34、73、75、81、92: 回転台、35、65: 主軸、40: 工具保管装置、51、53: 切削工具、52: 摩擦攪拌接合工具、61: コラム、: 回転台、102、102、111、112: 加工物。

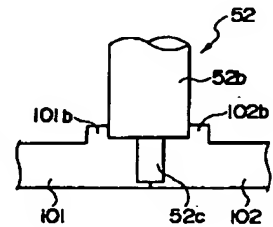
【図 1】



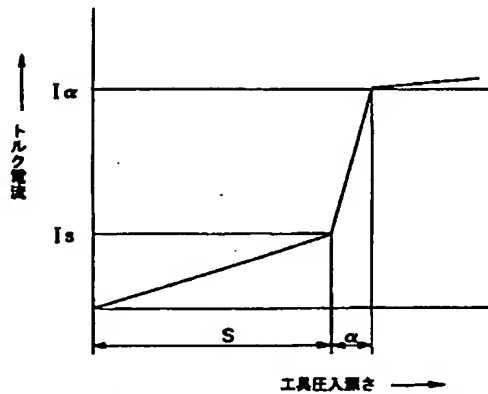
【図 2】



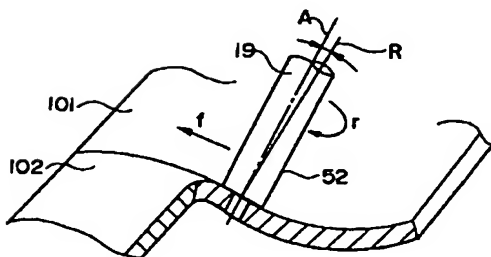
【図 4】



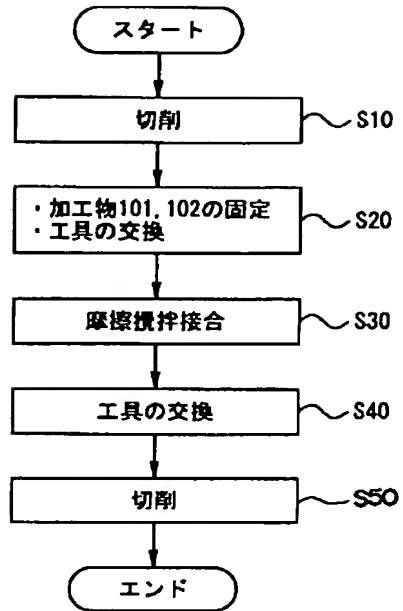
【图5】



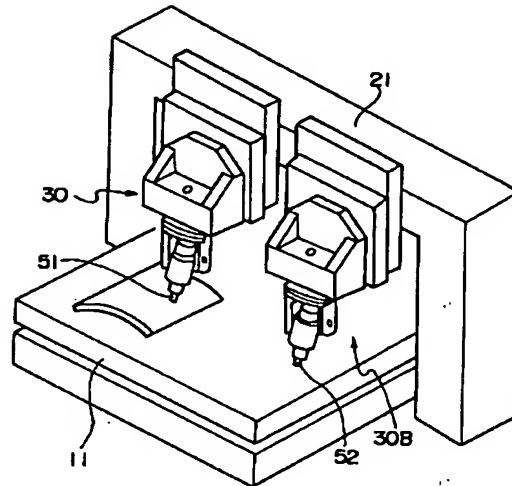
【図 3】



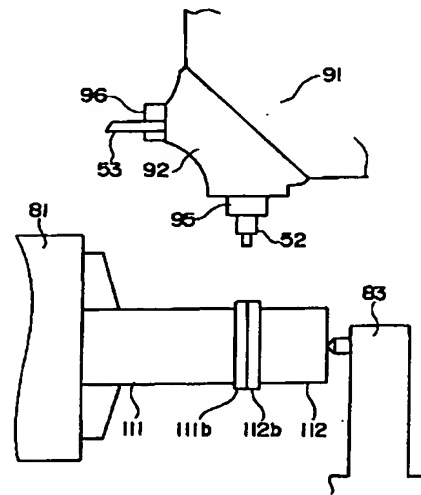
【図6】



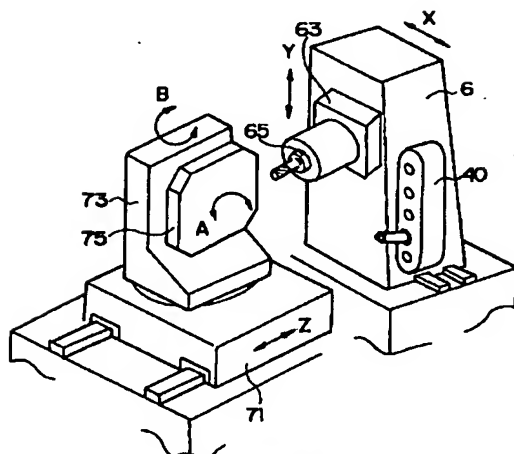
【図7】



【図9】



【図8】



X, Y, Z: 直線移動軸
A: X軸回りの回転
B: Y軸回りの回転